

А. А. Голубева^{*}, В. Н. Дмитриев, С. В. Коновалов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С. П. Королева (Самарский университет), г. Самара

^{*}*gol.nastya2018@yandex.ru*

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук *С. В. Коновалов*

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

В статье представлены исследования состава, структуры и свойств порошков, полученных из отходов электроэрозионной обработки жаропрочного сплава.

Ключевые слова: электроэрозионное диспергирование, порошок, состав, структура, свойства.

A. A. Golubeva, V. N. Dmitriev, S. V. Kononov

STRUCTURE AND PROPERTIES OF METAL POWDERS OBTAINED FROM WASTE OF ELECTROEROSIVE PROCESSING

The paper presents studies of the composition, structure and properties of powders obtained from waste products of the high-temperature alloy electroerosion treatment.

Keywords: electroerosive dispersion, powder, composition, structure, properties.

Электроэрозионная обработка материалов как метод производства известна с 1943 года. Изобретение электроэрозионной обработки (ЭЭО) имело выдающееся значение. К традиционным способам формообразования (резанию, литью, обработки давлением) прибавился совершенно новый способ, в котором непосредственно использовались электрические процессы. И сейчас этот устоявшийся метод может в скором времени обрести новое применение в промышленном производстве.

Как и для любого метода обработки для ЭЭО есть ряд преимуществ и недостатков. Одним из главных недостатков метода является утилизация отходов после обработки. Каждое предприятие тратить часть своего бюджета на утилизацию отходов производства или же оплачивает услуги компаний, занимающихся утилизацией.

Отходы ЭЭО – шлам труднообрабатываемых авиационных материалов (рис. 1), в нем содержатся микропорошки, которые в основном состоят из частиц сферической формы с примесями графита, меди и

минерального масла. Утилизация этих отходов весьма дорога и загрязняет природную среду.

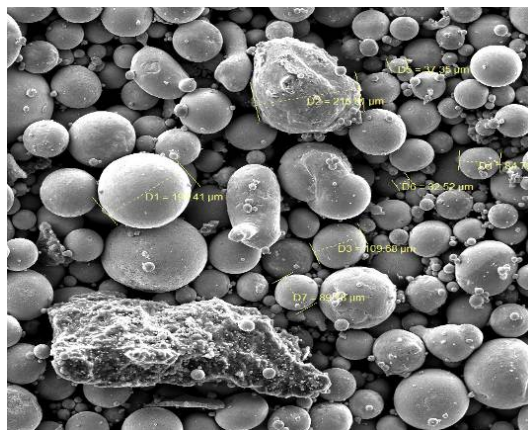


Рис. 1. Отходы ЭЭО

Объектом исследования является жаропрочный сплав в виде отхода после ЭЭО. Отходы ЭЭО – шлам т руднообрабатываемых авиационных материалов, в нем содержатся микропорошки, которые в основном состоят из частиц сферической формы с примесями графита, меди и минерального масла.

Структура и свойства порошка изучались после проведения предварительной очистки от примесей и загрязнений, появляющихся в результате ЭЭО. Они представляют собой минеральное масло, остатки углерода и др.

Для получения представления о химическом составе, очищенные порошковые материалы были отправлены на рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Метод РФА основан на сборе и последующем анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением. Результаты этого исследования показаны в табл. 1 и 2. На рис. 2 представлено изображение морфология поверхности частиц порошка.

Таблица 1

Анализ некоторого количества частиц

Элемент	Килоэлектронвольты (кэВ)	Массовый %	Атомный %
Al	1,486	2,01	4,28
Ti	4,508	3,45	4,14
Cr	5,411	19,84	21,93
Fe	6,398	14,27	14,69
Ni	7,471	51,17	50,10
Mo	2,293	6,86	4,11
W	1,774	2,39	0,75

Таблица 2

Анализ одной частицы

Элемент	Килоэлектронвольты (кэВ)	Массовый %	Атомный %
C	0,277	26,97	63,56
Al	1,486	1,09	1,14
Ti	4,508	3,18	1,88
Cr	5,411	15,81	8,61
Fe	6,398	7,03	3,56
Ni	7,471	41,22	19,87
Mo	2,293	4,69	1,38

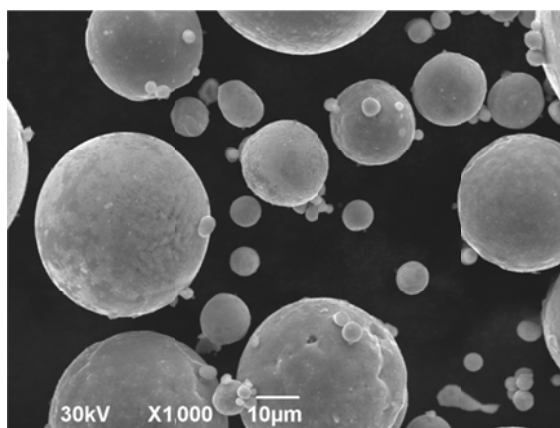


Рис. 2. Морфология поверхности частиц порошка после очистки

Гранулометрический анализ порошков (рис. 3), проведенный на приборе «Analysette 22» показал, что основную массу порошка составляют гранулы размера 0,3–0,5 мм.

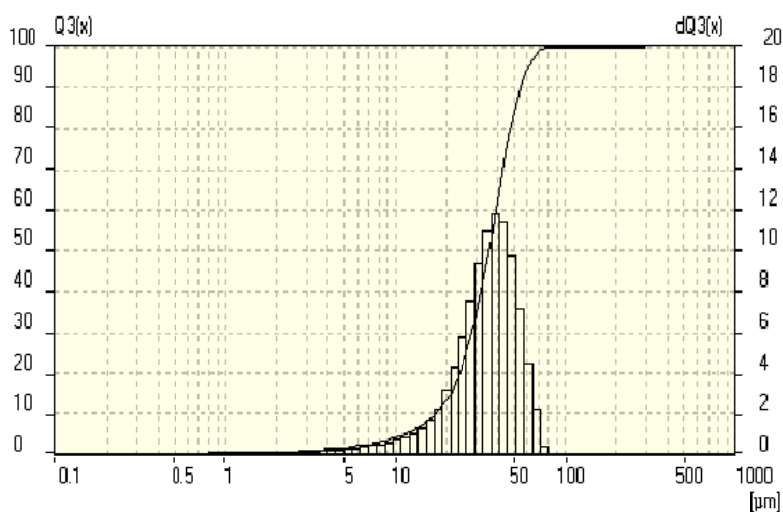


Рис. 3. Диаграмма гранулометрического состава шлама ЭЭО

Определение фазового состава основано на том, что каждое индивидуальное кристаллическое вещество имеет свой набор межплоскостных расстояний d и дает специфическую дифрактограмму с определенным набором пиков. Анализ облегчается, если предположительно известно, какой материал зафиксирован на дифрактограмме.

На рис. 4 показана дифрактограмма очищенного шлама ВЖЛ-14. Анализ дифрактограммы показал наличие тонкой оксидной неравномерно расположенной на поверхности каждой порошинки металла.

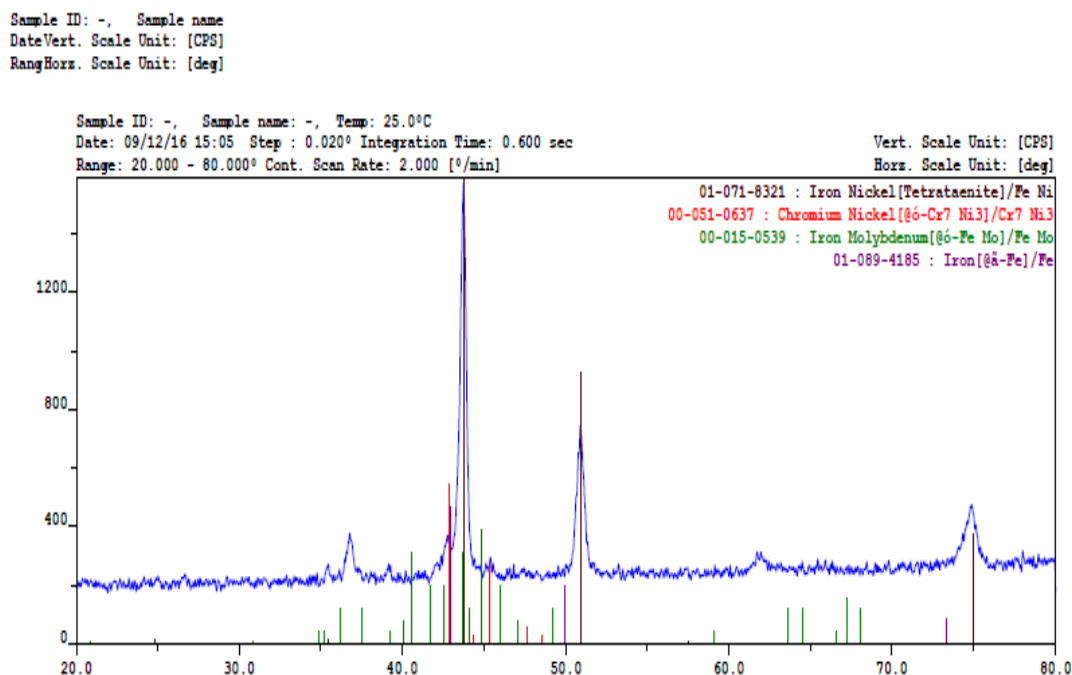


Рис. 4. Дифрактограмма ВЖЛ-14

Оксидная плёнка неизбежно появляется во время процесса электроэрозионной обработки. Она защищает частицы сплава от взаимодействия со средой диэлектрика, способствуя получения порошка исходного сплава.

Таким образом, проведенные исследования показали, что химический состав порошковых отходов повторяет состав исходного металлического сплава, но с некоторыми изменениями в фазовом составе. В результате электроэрозии, входящие в состав химические элементы вступают в реакции со средой диэлектрика, образуя оксиды. Сами частицы представляют собой гранулы шарообразной формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренко Б. Р. Современный уровень развития электроискровой обработки металлов и некоторые научные проблемы в этой области /

- Б. Р. Лазаренко, Н. И. Лазаренко. Электроискровая обработка металлов. Москва : Ан СССР, 1962. С. 9–37.
2. Лазаренко Б. Р. Электрическая эрозия металлов / Б. Р. Лазаренко, Н. И. Лазаренко. Москва : Госэнергоиздат, 1944. 28 с.
 3. Марусина В. И. Фазовый и гранулометрический состав карбидов, образующийся при электроэрозионной обработке / В. И. Марусина, Г. А. Исхакова, Х. М. Рахимбеков // Порошковая металлургия. Киев. 1992. № 10. С. 61–64.
 4. Машкина М. Н. Изменение структуры и фазового состава ВК8 при электроэрозионном диспергировании / М. Н. Машкина // Материалы и упрочняющие технологии-2000 : сб. публикаций IX Российской научно-технической конференции. Курск: Курск ГТУ, 2001. С. 90–92.
 5. Рентгенографический и электронно-микроскопический анализ / С. С. Горелик [и др.]. Москва : Металлургия, 1970. 127 с.
 6. Фоминский Л. П. Структура металлических порошков, получаемых электроэрозионным диспергированием в грануляторах / Л. П. Фоминский, М. В. Левчук, В. П. Тарабрина // Порошковая металлургия. 1987. № 4. С. 1–6.